

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-321247

(43) 公開日 平成7年(1995)12月8日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

序内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 23/12

21/60

3 0 1 N

H 0 5 K 1/18

H 8718-4E

H 0 1 L 23/ 12

L

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平6-112501

(22) 出願日

平成6年(1994)5月26日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 河野 竜治

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72) 発明者 熊沢 鉄雄

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72) 発明者 北野 誠

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(74) 代理人 弁理士 鶴沼 辰之

最終頁に続く

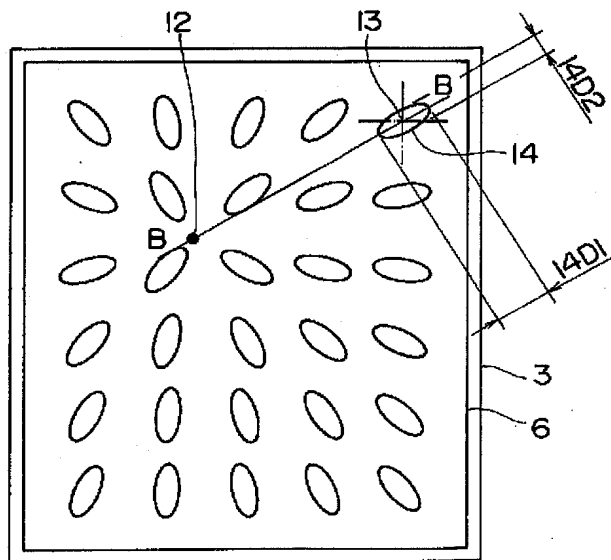
(54) 【発明の名称】 BGA型半導体装置とそれを実装する基板

(57) 【要約】

【目的】 熱ひずみの発生する方向の接触角をこれまでの実装状態における値よりも大きくし、熱ひずみに対するはんだ寿命を延ばす。

【構成】 (1) BGAのパッド14の形状を、「変形中心12を通る線分方向の寸法を、それと直交する線分方向の寸法よりも大きくなる」ようにする。またそれに併せ、基板の各パッドの形状を、それとはんだ接続するパッド14の形状と相似形もしくはそれに準じたものとする。(2) 変形中心12を所定の位置に強制的に設定する。

【効果】 熱ひずみの発生方向のはんだボールのBGA、又は基板との接触角が従来に比べて大きくなる。変形中心が明確にかつ限定できるため、パッドの形状および方向が最適化され、従来に比べてはんだ寿命を延ばすことができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体素子を搭載するベースの下面に複数のパッドが形成され、前記パッドと基板とをはんだにより導通および固定する BGA 型半導体装置において、前記パッドは前記ベース下面内の平面形状が長径と短径とを有し、前記長径方向が、前記はんだにより前記基板とのせん断方向相対熱変形の生じない点もしくは部分の方向を指向していることを特徴とする BGA 型半導体装置。

【請求項 2】 半導体素子を搭載するベースの下面に複数のパッドが形成され、前記パッドと基板とをはんだにより導通および固定する BGA 型半導体装置において、前記パッドは前記ベース下面内の平面形状が長径と短径とを有し、前記長径方向が、前記基板との熱膨張差に伴うせん断方向相対熱変形の中心からの放射線上にあることを特徴とする BGA 型半導体装置。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 記載の BGA 型半導体装置において、前記はんだを固定する前記基板のパッドは、前記ベース下面のパッド形状と相似形もしくはそれに準ずるものであることを特徴とする BGA 型半導体装置。

【請求項 4】 半導体素子を搭載するベースの下面に複数のパッドが形成され、前記パッドと基板とをはんだにより導通および固定する BGA 型半導体装置において、前記パッドの形成面内における前記基板とのせん断方向相対熱変形が生じない点もしくは部分と、前記パッドの配置中心点とを通る線分上の前記パッド寸法が、前記パッド形成面内でそれと直交する方向のパッド寸法よりも大なることを特徴とする BGA 型半導体装置。

【請求項 5】 請求項 4 記載の BGA 型半導体装置において、前記線分方向のベースとはんだとの接触角が、前記パッド形成面内で前記線分と直交する方向における接触角よりも大なることを特徴とする BGA 型半導体装置。

【請求項 6】 請求項 1、2 または 4 記載の BGA 型半導体装置において、前記パッドは、楕円形もしくは弧と直線の合成形からなることを特徴とする BGA 型半導体装置。

【請求項 7】 請求項 1、2 または 4 記載の BGA 型半導体装置において、前記パッドは、複数の直線の合成形からなることを特徴とする BGA 型半導体装置。

【請求項 8】 請求項 1、2 または 4 記載の BGA 型半導体装置において、前記せん断方向相対熱変形が生じない点もしくは部分は、前記ベース下面のほぼ中心であることを特徴とする BGA 型半導体装置。

【請求項 9】 請求項 1、2 または 4 記載の BGA 型半導体装置において、前記ベースと前記基板との対向面のほぼ中心に、前記せ

ん断方向相対熱変形の生じない拘束手段を有することを特徴とする BGA 型半導体装置。

【請求項 10】 請求項 9 記載の BGA 型半導体装置において、前記拘束手段は熱硬化性樹脂からなることを特徴とする BGA 型半導体装置。

【請求項 11】 請求項 9 記載の BGA 型半導体装置において、前記拘束手段は、前記はんだより硬い金属からなることを特徴とする BGA 型半導体装置。

【請求項 12】 請求項 4 ないし 11 のうちいずれかに記載の BGA 型半導体装置をはんだ付けする基板は、前記 BGA 型半導体装置のベース下面のパッドと相似形もしくはそれに準じる形状および方向性を有するパッドを備えていることを特徴とする基板。

【請求項 13】 半導体素子と、はんだが付着するパッドの集合体を備え、前記半導体素子を搭載し、封止機能および前記半導体素子と前記パッドとの導通機能を有するベースと、前記半導体素子とベースの主要部分を封止および固定するレジンとからなる BGA 型半導体装置を、前記はんだにより導通および固定するパッドを備える基板に実装する BGA 型半導体装置とそれを実装する基板において、前記ベースと前記基板との対向面のほぼ中心が熱硬化性樹脂により拘束され、前記拘束中心からの放射線上における前記ベース下面のパッド寸法が、前記パッド形成面内でそれと直交する方向のパッド寸法よりも大きく、かつ、前記拘束中心方向における前記ベースと前記はんだとの接触角が、前記直交方向における接触角よりも大きい接触角であるとともに、前記基板のパッドが、前記ベース下面のパッド形状と相似形もしくはそれに準ずる形状であることを特徴とする BGA 型半導体装置とそれを実装する基板。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、BGA (Ball Grid Array) 型半導体装置およびそれを実装する基板に係り、特に、はんだ寿命を延ばすこと BGA 型半導体装置 (以下、単に BGA と記す) およびそれを実装する基板に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来の BGA は、半導体素子とはんだが付着するパッドの集合体を備え、半導体素子の搭載および封止機能および半導体素子とパッドとの導通機能を有するベースと、半導体素子とベースの主要部分を封止、固定するレジンと、基板との導通および固定のためのはんだとを備えている。ベースに搭載された半導体素子は、ベースの下面電極まで電氣的に接続され、パッドを介してはんだボールが付着し、このはんだボールにより、基板表面のパッドを介して基板電極に接続してい

る。このような従来のBGAの公知例として、特開昭57-79652号公報に記載の例がある。

#### 【0003】

【発明が解決しようとする課題】BGAなどの半導体装置は、基板に実装した状態で温度サイクル試験を行うと、半導体装置と基板との熱膨張差に伴うせん断モード（基板のパッド形成面に平行なモード）に生じる繰り返し熱ひずみによってはんだが疲労する。熱ひずみは、変形中心から放射状に生じる。疲労が進むとはんだは最終的に破断し、導通が取れなくなるという不良が生じる。熱ひずみが増加すると、はんだが破断するまでのサイクル数（以下、はんだ寿命と記す）は低下するため、はんだ寿命を延ばすために、熱ひずみはできる限り小さくする必要がある。

【0004】特にBGAでは、はんだ接続部にくびれ（図10における接触角 $\theta$ 部、 $\theta a$ 部）が存在するため、熱ひずみは力学的にそのくびれに集中する。またその集中する割合は、接触角が小さくなるほど高くなる。このことは、接触角が小さいほど、はんだは局所的に大きな熱ひずみを受け、はんだ寿命が短くなることを示している。したがって、はんだ寿命を延ばすためには接触角をできる限り大きくすることが望ましい。

【0005】接触角を大きくする1つの手段として、ベースと基板との距離を大きくすることが挙げられる。ところが、ベースと基板との距離は、はんだが加熱融解されたときにはんだの表面張力、およびBGAの自重、すなわち基板への一定の押しつけ力によって自然に決定してしまうため、それを制御することは困難である。したがって、従来は、接触角を制御することが困難であった。

【0006】本発明の目的は、熱ひずみの発生する方向におけるはんだの接触角を、従来の実装状態における値よりも大きくし、熱ひずみに対するはんだ寿命を延ばすことにある。また、本発明の他の目的は、半導体装置と基板との変形中心を明確にして、パッドの形状および方向を最適化し、従来に比べてはんだ寿命を延ばすことにある。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために本発明では、以下の手段を講じる。

【0008】（1）BGAのパッド形状を、「変形中心を通る線分方向の寸法が、それと直交する線分方向の寸法よりも大きくなる」ようにする。またそれに併せ、基板の各パッドの形状を、それとはんだ接続するBGAのパッド形状と相似形もしくはそれに準じたものとする。

【0009】（2）変形中心を所定の位置に強制的に設定する。

【0010】すなわち、本発明は、半導体素子を搭載するベースの下面に複数のパッドが形成され、前記パッドと基板とをはんだにより導通および固定するBGA型半

導体装置において、前記パッドは前記ベース下面内の平面形状が長径と短径とを有し、前記長径方向が、前記はんだにより互いに固定された前記ベースおよび前記基板のせん断方向相対熱変形の生じない点もしくは部分の方向を指向していることを特徴とする。あるいは、前記長径方向が、前記基板との熱膨張差に伴うせん断方向の熱ひずみの変形中心からの放射線上にあることを特徴とするものである。

【0011】また、前記パッドの形成面内における前記基板とのせん断方向相対熱変形が生じない点もしくは部分と、前記パッドの配置中心点とを通る線分上の前記パッド寸法が、前記パッド形成面内でそれと直交する方向のパッド寸法よりも大なることを特徴とする。また、前記線分方向のベースとはんだとの接触角が、前記パッド形成面内で前記線分と直交する方向における接触角よりも大なることを特徴とするものである。

【0012】また、前記せん断方向相対熱変形が生じない点もしくは部分は、前記ベース下面のほぼ中心であり、あるいは、前記ベースと前記基板との対向面のほぼ中心に、前記せん断方向相対熱変形の生じない拘束手段を有することを特徴とするものである。

【0013】また、本発明の基板は、前記BGA型半導体装置のベース下面のパッドと相似形もしくはそれに準じる形状および方向性を有するパッドを備えていることを特徴とするものである。

【0014】また、上記目的は、半導体素子と、はんだが付着するパッドの集合体を備え、前記半導体素子を搭載し、封止機能および前記半導体素子と前記パッドとの導通機能を有するベースと、前記半導体素子とベースの主要部分を封止および固定するレジンとからなるBGA型半導体装置を、前記はんだにより導通および固定するパッドを備える基板に実装するBGA型半導体装置とそれを実装する基板において、前記ベースと前記基板との対向面のほぼ中心が熱硬化性樹脂により拘束され、前記拘束中心からの放射線上における前記ベース下面のパッド寸法が、前記パッド形成面内でそれと直交する方向のパッド寸法よりも大きく、かつ、前記拘束中心方向における前記ベースと前記はんだとの接触角が、前記直交方向における接触角よりも大きい接触角であるとともに、前記基板のパッドが、前記ベース下面のパッド形状と相似形もしくはそれに準ずる形状であることを特徴とするBGA型半導体装置とそれを実装する基板によって達成される。

#### 【0015】

【作用】上記構成によれば、以下の作用が生じる。

（1）BGAのパッド形状を、せん断方向相対熱変形の変形中心を通る線分方向の寸法が、それと直交する線分方向の寸法よりも大きくすることにより、またそれに併せ、基板の各パッドの形状を、それとはんだ接続するBGAのパッド形状と相似形もしくはそれに準じたものと

することにより、熱ひずみの発生する方向のはんだボールの接触角を、従来に比べて大きくすることができる。

【0016】(2)変形中心を所定の位置に設定することにより、変形中心が明確になるためかつ限定できるため、パッドの形状が最適化される。そのため、従来に比べてはんだ寿命を延ばすことができる。

【0017】

【実施例】以下、参考例とともに本発明のいくつかの実施例を、図面を参照して説明する。なお、以下の図において、同一構造部分には同一符号を付してその説明を省略する。まず、図8～図10により、BGAとそれを実装する基板の参考例を説明する。図8は、BGAとそれを実装するための基板の部分断面側視図、図9は、図8におけるベースを下面から見た平面図、図10は、BGAを基板に実装した後のはんだボール形状を示す三角図である。

【0018】図8において、BGA1の半導体素子2はベース3に搭載され、ワイヤ4によってベース上面電極5aと電氣的に接続されている。ベース上面電極5aはベース下面電極5bまで電氣的に接続されている。半導体素子2、ワイヤ4およびベース3の上面はレジスト21によって封止されている。ベース3下面には絶縁のためのレジスト6が塗布されている。ベース下面電極5b表面にはレジスト6の存在しない部分があり、パッド7を形成している。パッド7にははんだボール8が付着している。

【0019】一方、基板20表面にもレジスト9が塗布されており、BGA同様に基板中の電極10表面にはレジスト9の存在しない部分があつて、パッド11を形成している。BGA1は、はんだボール8を加熱融解してパッド11と接合することにより、基板20に実装される。

【0020】本例では、図9に示すように、パッド7の各々はベース3下面にマトリクス状に配置され、円形をなしている。変形中心(すなわち、BGAのベースのパッド形成面内における、基板とのせん断方向相対熱変形が実質0の点もしくは部分)12と、パッド7の中心13とを結ぶ線分B-B上のパッド寸法7D1と、それに垂直なパッド寸法7D2とは実質同一である。一方、基板のパッドもやはり円形をなし、BGAのパッド7各々に対応する位置に配置されている。

【0021】図10に示すように、本例におけるはんだボールの形状は、(a)の上面図では、はんだボール8外形はパッド形状7aと同心円状をなしている。また(b)の正面図では、はんだボール8外形は、ベースとの接触角 $\theta$ 、基板との接触角 $\theta a$ を有しており、これら接触角 $\theta$ 、 $\theta a$ の値は、(c)の側面図と実質同一である。

【0022】次に、本発明の実施例を説明する。図1は、本発明の第1実施例のBGAを示す図で、図9と同

様の平面図である。本実施例では、図9と異なり、各パッド14は線分B-B上のパッド寸法14D1が、それに垂直な方向のパッド寸法14D2に比べて大きく、楕円形状をなしている。

【0023】図2は、本発明の第1実施例のBGAのはんだボール形状を示す図で、図10と同様の三角図であり、線分B-Bは図1の線分B-Bである。(a)の上面図において、はんだボール8は自身の表面張力によって、その外形がパッド外形14aよりも相対的に円に近い楕円形状で安定している。その結果、(b)の正面図に示すように、ベースとの接触角は $\theta 1$ (基板との接触角は $\theta 1 a$ )となり、接触角 $\theta 1$ は、必然的に、(c)の側面図における接触角 $\theta 2$ よりも大きくなる。また、パッド面積およびはんだボール8体積を同一とすれば、参考例に比べて接触角は大きくなる。このことにより、熱ひずみが生じる方向におけるくびれ部への熱ひずみの集中が緩和されるため、はんだ寿命を延ばすことができる。

【0024】図3は、本発明の第2実施例のBGAに配置されたパッドの一つの平面図である。本実施例において、パッド15は、変形中心とパッド15の中心13とを通る線分B-Bに平行な2辺、および、それよりも短くかつそれに垂直な2辺よりなる四辺形をなしている。パッド形状がこのような形状であっても、第1実施例と同様の効果が得られる。

【0025】図4は、本発明の第3実施例のBGAに配置されたパッドの一つの平面図である。本実施例において、パッド16は、変形中心とパッド16の中心13とを通る線分B-B上に対角線を持つ菱形をなしている。パッド形状がこのような形状であっても、第1実施例と同様の効果が得られる。

【0026】図5は、本発明の第4実施例のBGAを示す図で、図9と同様の平面図である。本実施例では、変形中心12aをベース3外形、すなわちBGA外形の中心としている。一般的にBGAは、その形状の対称性から変形中心が自身の外形の中心となるため、図示するように、パッド17を変形中心12aの方向へ向けて、パッド配置を行って差し支えない。

【0027】図6は、本発明の第5実施例のBGA、およびそれを実装した基板の、BGA平面外形の中心を含む断面図である。本実施例において、BGA1aの下面中心は、エポキシなどの熱硬化性樹脂18によって基板20aと接合されている。このような構成を採用することにより、変形中心は強制的にBGA中心に設定されるため、第4実施例におけるパッド配置形状となり、最も効果的にはんだ寿命を延ばすことができる。なお熱硬化性樹脂18は、BGA1aと基板20aの相対的位置関係を拘束しうるものであればよく、例えば、Cu、Fe-Ni、Al等、はんだより硬い金属でもよい。

【0028】図7は、本発明の第6実施例を示す図で、

第1実施例のBGAを実装するための基板の部分平面図である。本実施例において、パッド19の各々は、それにはんだ付けされるBGAのパッド形状(図1)と相似形をなしている。このことにより、はんだボールの基板との接触角(図2における $\theta 1a$ )も、大きくすることができ、同様にはんだ寿命を延ばすことに効果がある。なお、第5または第6実施例における基板のパッド形状は、第2または第3実施例のベースにおけるパッド形状、あるいはそれらに準じるパッド形状を用いてもよいことはもちろんである。

#### 【0029】

【発明の効果】本発明によれば、以下のような効果が得られる。

【0030】(1) 熱ひずみの発生する方向のはんだボールのBGA、もしくは基板との接触角は従来に比べて大きくなる。

【0031】(2) 変形中心が明確になるためかつ限定できるため、パッドの形状および方向が最適化される。したがって、従来に比べてはんだ寿命を延ばすことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例のBGAのベースを下面から見た平面図。

【図2】本発明の第1実施例のBGAのはんだボール形状を示す三角図で、(a)は上面図、(b)は正面図、(c)は側面図。

【図3】本発明の第2実施例のBGAに配置されたパッドの一つの平面図。

【図4】本発明の第3実施例のBGAに配置されたパッドの一つの平面図。

【図5】本発明の第4実施例のBGAのベースを下面から見た平面図。

【図6】本発明の第5実施例のBGA、およびそれを実装した基板の、BGA平面外形の中心を含む断面図。

【図7】本発明の第6実施例を示し、第1実施例のBGAを実装するための基板の部分平面図。

【図8】本発明の参考例を示し、BGAとそれを実装する基板の部分断面側視図。

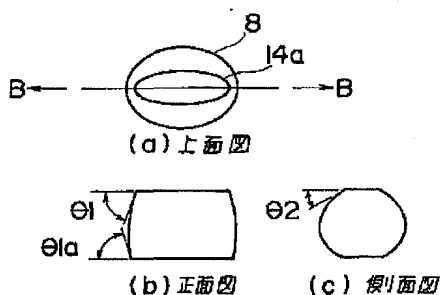
【図9】図8の断面A-Aを示し、ベースを下面から見た平面図。

【図10】参考例におけるBGAを基板に実装した後ののはんだボール形状を示す三角図で、(a)は上面図、(b)は正面図、(c)は側面図。

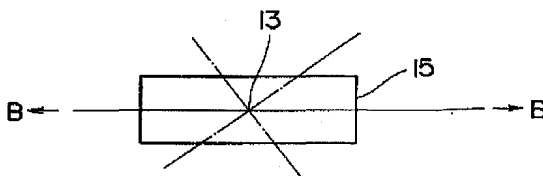
#### 【符号の説明】

- 1、1a BGA
- 2 半導体素子
- 3 ベース
- 10 4 ワイヤ
- 5a ベース上面電極
- 5b ベース下面電極
- 6 レジスト
- 7 パッド
- 7a パッド外形
- 7D1 線分B-B上のパッド寸法
- 7D2 7D1に垂直な方向のパッド寸法
- 8 はんだボール
- 9 レジスト
- 20 10 電極
- 11 パッド
- 12、12a 変形中心
- 13 パッドの中心
- 14 パッド
- 14a パッド外形
- 14D1 線分B-B上のパッド寸法
- 14D2 14D1に垂直な方向のパッド寸法
- 15、16、17 パッド
- 18 熱硬化性樹脂
- 30 19 パッド
- 20、20a 基板
- 21 レジン
- $\theta$  はんだボールのベースとの接触角
- $\theta a$  はんだボールの基板との接触角
- $\theta 1$  はんだボールのベースとの接触角
- $\theta 1a$  はんだボールの基板との接触角
- $\theta 2$  はんだボールのベースとの接触角

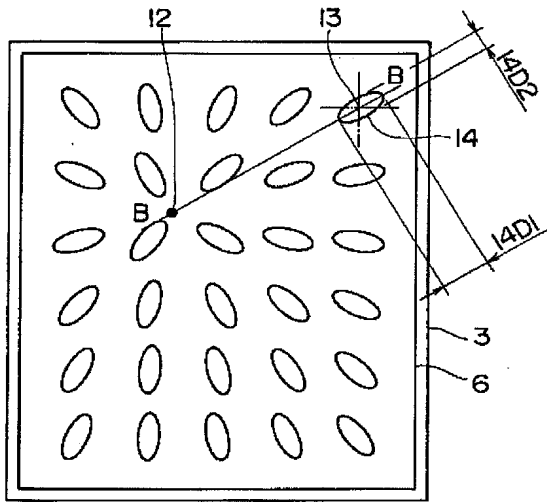
【図2】



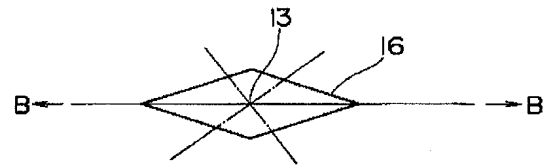
【図3】



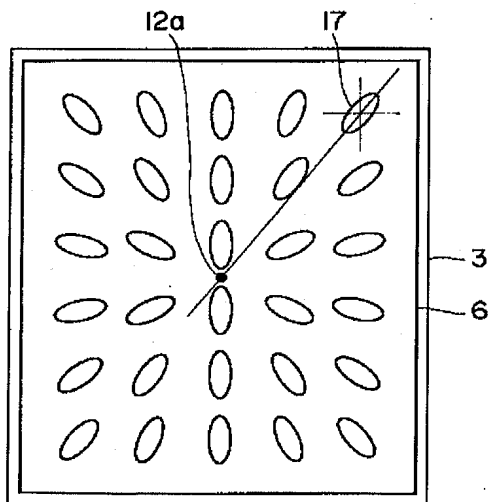
【図1】



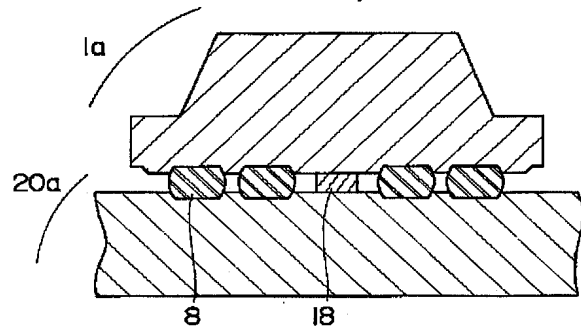
【図4】



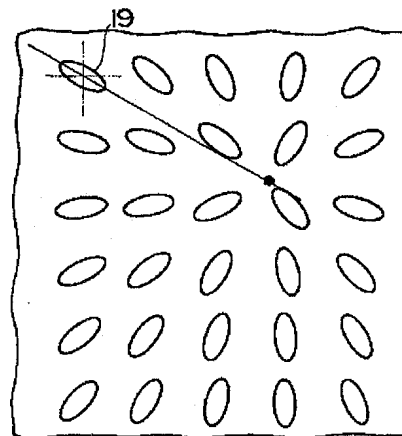
【図5】



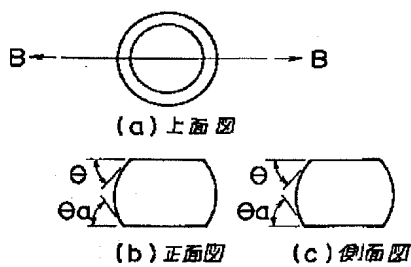
【図6】



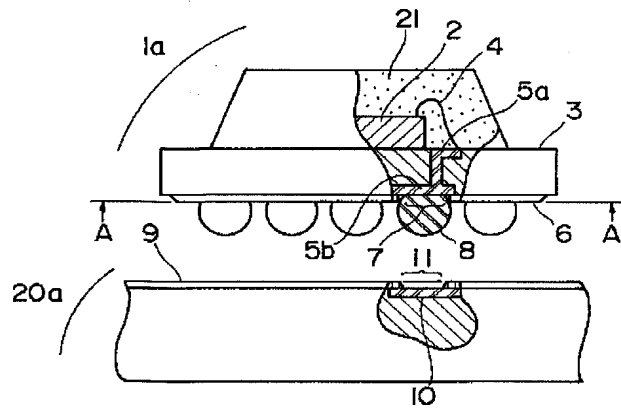
【図7】



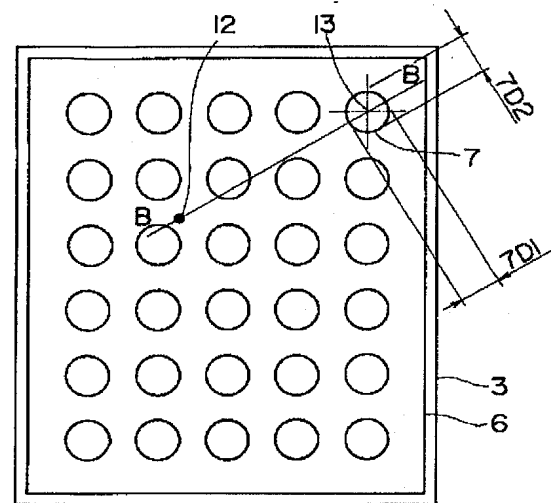
【図10】



【图 8】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 矢口 昭弘  
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日  
立製作所機械研究所内

(72)発明者 米田 奈柄  
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日  
立製作所機械研究所内

(72) 発明者 田中 直敬  
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日  
立製作所機械研究所内